

利用高压脉冲电场提取蛋黄卵磷脂的研究

陈玉江¹, 殷涌光¹, 刘 瑜², 林松毅³, 李 扬³, 刘静波^{3,*}

(1. 吉林大学生物与农业工程学院, 吉林 长春 130022

2. 农业部规划设计研究院, 北京 100026 3. 吉林大学军需科技学院, 长春 130062)

摘 要: 本实验以高压脉冲电场为处理手段, 以蛋黄卵磷脂为研究对象, 以丙酮不溶物比率为衡量指标考察了高压脉冲电场对卵磷脂提取率的影响, 得到了利用高压脉冲电场提取卵磷脂的最优工艺参数为脉冲数 35 个, 电场强度 20kV, 助剂浓度 18ml/g。

关键词: 卵磷脂; 高压脉冲电场; 提取率

Study on Extraction of Yolk Lecithin by HPEF

CHEN Yu-jiang¹, YIN Yong-guang¹, LIU Yu², LIN Song-yi³, LI Yang³, LIU Jing-bo^{3,*}

(1. College of Biology and Agricultural Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China;

2. Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100026, China;

3. College of Quartermaster Technology, Jilin University, Changchun 130062, China)

Abstract: By high intensity pulsed electric fields (HPEF) treatment and with ratio of insoluble matters in acetone as measurable index, the optimum parameters of HPEF for extraction of yolk lecithin were: the pulse number 35, the electric field strength 20 kV and the concentration of additives 18 ml/g.

Key words: lecithin; HPEF; extraction rate

中图分类号: TS253

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)10-0271-04

高压脉冲电场(high intensity pulsed electric fields, PEF 或 HPEF)是把液态食品作为电解质置于容器内,与

容器绝缘的两个放电电极通过高压电流,产生电脉冲进行作用的加工方法^[1]。二十世纪后期,很多研究者对液

收稿日期 2007-08-05

*通讯作者

基金项目: 吉林省科技厅自然科学基金资助农业重点项目(20050202-3)

作者简介: 陈玉江(1971-),男,博士研究生,研究方向为农产品加工。

进行优化,能利用较少的实验获得可靠的最佳发酵工艺,不仅省时省力,而且科学合理,在实际生产中具有一定的应用价值。

参考文献:

- [1] 厉秋岳. 油菜籽综合利用[M]. 北京: 中国农业出版社, 1987: 222.
- [2] 罗远洲, 方立中, 阎中一, 等. 菜籽饼粕固体发酵去毒作饲料研究[J]. 饲料与畜牧, 1987(2): 2-9.
- [3] 张宗舟. 发酵法菜籽饼脱毒研究[J]. 甘肃高师学报: 自然科学版, 1996(3): 59-61.
- [4] 史志诚, 牟永义. 饲用饼粕脱毒原理与工艺[M]. 北京: 中国计量出版社, 1996: 170-177; 315-335.
- [5] SUNITHA K, LEE J K, OH T K. Optimization of medium components for phytase production by *E. coli* using response surface methodology[J]. Bioproc Eng, 1999, 21: 477-481.
- [6] OSORIO N M, FERREIRA-DIAS S, GUSMÃO J H, et al. Response surface modelling of the production of ν -3 polyunsaturated fatty acids-enriched fats by a commercial immobilized lipase[J]. J Mol Catal B: Enzym, 2001, 11: 677-686.
- [7] PUJARI V, CHANDRA T S. Statistical optimization of medium components for enhanced riboflavin production by a UV-mutant of *Eremothecium ashbyii*[J]. Proc Biochem, 2000, 36: 31-37.
- [8] LIU J Z, WENG L P, ZHANG Q L, et al. Optimization of glucose oxidase production by *Aspergillus niger* in a benchtop bioreactor using response surface methodology[J]. World J Microbiol Biotechnol, 2003, 19: 317-323.
- [9] RAO K J, KIM C H, RHEE S K. Statistical optimization of medium for the production of recombinant hirudin from *Saccharomyces cerevisiae* using response surface methodology[J]. Proc Biochem, 2000, 35: 639-647.

态食品进行非热杀菌的研究,认为高电压电脉冲电场对可泵食品可进行非热杀菌,并具有无化学反应的性质,因此其作为一种新技术受到研究人员和北美、日本及欧洲的食品工业所关注^[2]。然而,到目前为止,还没有人进行过高电压脉冲电场对卵磷脂提取技术的研究。本实验利用自行设计的高电压脉冲电场装置,对蛋黄卵磷脂的提取技术进行研究。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

蛋黄粉 北京金健力公司; 乙醇(分析纯) 北京化工厂。

高压脉冲电场 自制; HJ-6 型多头磁力加热搅拌器 江苏金坛荣华仪器制造有限公司。

1.2 方法

1.2.1 高压脉冲电场处理装置的系统设计

1.2.1.1 提取装置基本结构设计

高电压脉冲电场的设置^[3](如图1),脉冲电源的波形为三角波(图2),频率1000~5000Hz可调。其中高电压脉冲电源、示波器和处理室是催陈工作部件,示波器用来测量脉冲电压、电流及其波形。高电压脉冲电源产生的脉冲作用于处理室内的电极,从而对流经处理室的蛋黄粉溶液进行提取处理。

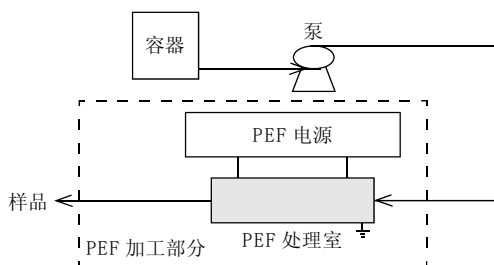


图1 高压脉冲电场处理装置原理图
Fig.1 Basic circuit of HPEF equipment

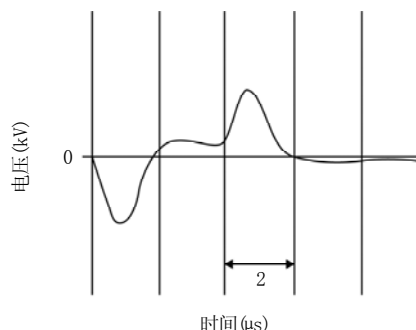


图2 脉冲的波形
Fig.2 Waveform of pulse

1.2.1.2 高压脉冲电场获得方法

高电压脉冲电场的获得有两种方法^[4]:一种是利用LC振荡电路的原理,先用高压电源对一组电容器进行充电,将电容器与一个电杆线圈及处理室的电极相连,电容器放电时产生的高频指数脉冲衰减波即加在两个电极上形成高电压脉冲电场。另一种是利用特定的高频高压变压器来得到持续的高电压脉冲电场。因为变压是高频使变压器内部的电磁场的能量难以转化,高电压又使磁芯发生涡流。用这种原理制作大型设备将会有很多困难。因此多采用LC振荡电路。

1.2.1.3 食品处理室设计

处理室有静态及连续式两种^[5],连续式可工业化生产。在设计食品处理室时,应着重解决好以下问题:电极表面要尽可能光滑,为食品提供一个均匀的高电压脉冲电场。集中电场式处理装置的上下两端为不锈钢电极,一端接高电压脉冲电源,另一端接地,绝缘层材料选用聚异丁烯酸树脂。

1.2.1.4 电场参数

(1)处理室体积 $V(\text{mm}^3)$

$$V = \pi r^2 h$$

式中, r 为处理室半径(mm); h 为处理室长度(mm)。

(2)处理室内花费时间 $t(\text{s})$

$$t = V \times 10^{-3} / q$$

式中, q 为流量(ml/s); V 为处理室体积(mm^3)。

(3)脉冲数 C

$$C = tf$$

式中, t 为处理室内花费时间(s); f 为频率(Hz)。

(4)循环一周时间 $T(\text{s})$

$$T = Q / q$$

式中, Q 为循环一周的处理量(ml); q 为流量(ml/s)。

1.2.1.5 高压脉冲电场电源实物图

根据以上理论所设计出的高压脉冲电场实物图如图3所示。



图3 高压脉冲电场电源实物图
Fig.3 General arrangement of HPEF

1.2.2 电场强度对提取效果的影响

固定脉冲数和料液比,选择电场强度分别为5、

15、25、35 和 45kV/cm, 将丙酮不溶物比率作为衡量指标, 考察电场强度对卵磷脂提取效果的影响结果。

1.2.3 脉冲数对提取效果的影响

固定电场强度和料液比, 选择脉冲数分别为 2、6、12、18、24 和 30 个, 将丙酮不溶物比率作为衡量指标, 考察脉冲数对卵磷脂提取效果的影响结果。

1.2.4 助剂浓度对提取效果的影响

固定电场强度和脉冲个数, 选择助剂浓度为 8、12、16 和 20ml/g, 将丙酮不溶物比率作为衡量指标, 考察脉冲数对卵磷脂提取效果的影响结果。

1.2.5 正交试验设计

根据单因素试验所得到的最佳提取区间, 进行正交试验对试验结果进行优化, 选择脉冲数、电场强度和助剂浓度三者作为考察因素, 以丙酮不溶物的比率做为衡量指标, 所设计的因素水平表如表 1 所示, 试验方案表如表 2 所示。

表 1 $L_9(3^4)$ 试验因素水平表
Table 1 Factors and levels of $L_9(3^4)$ design

水平	因素		
	A 脉冲数(个)	B 场强(kV)	D 助剂浓度(ml/g)
1	25	25	12
2	30	35	16
3	35	45	20

表 2 $L_9(3^4)$ 试验方案表
Table 2 $L_9(3^4)$ orthogonal design

试验号	因素			
	A 脉冲数	B 场强	C 空列	D 助剂用量
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

2 结果与分析

2.1 电场强度对提取效果影响的试验结果

当电场强度分别为 5、15、25、35 和 45kV/cm 时, 所得到的试验结果如图 4 所示。

由图 4 中可以看出, 随着场强的增大, 所得样品的丙酮不溶物的比率逐渐增加, 说明提取率增大。

2.2 脉冲数对提取效果影响的试验结果

当脉冲数分别为 2、6、12、18、24 和 30 个时,

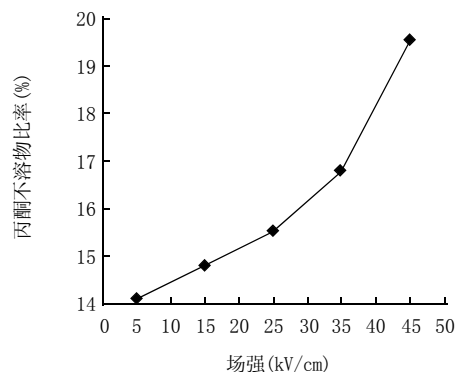


图 4 电场强度对提取效果的影响结果

Fig.4 Effects of electric field strength on extraction rate

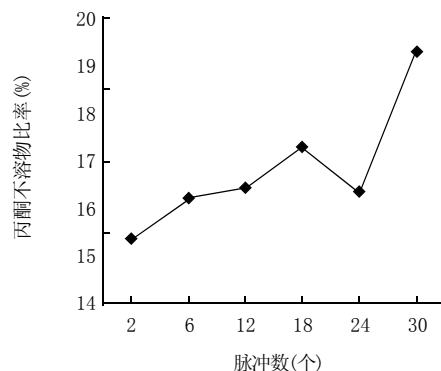


图 5 脉冲数对提取效果的影响结果

Fig.5 Effects of pulse number on extraction rate

所得到的试验结果如图 5 所示。

由图 5 可知, 虽然当脉冲数为 24 时, 丙酮不溶物的比率有所降低, 但是其整体趋势是上升状态的。此点可能为野点, 需进一步验证。

2.3 料液比对提取效果影响的试验结果

当料液比为 1:8、1:12、1:16 和 1:20 时, 所得到的试验结果如图 6 所示。

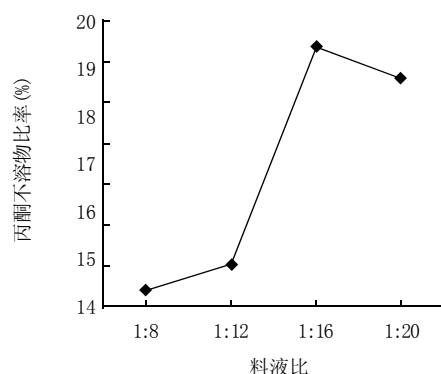


图 6 助剂浓度对提取效果的影响结果

Fig.6 Effects of solvent concentration on extraction rate

由图 6 可知, 随着料液比的升高, 丙酮不溶物逐

渐升高, 达到 1:16 后开始降低。

2.4 正交试验设计结果与分析

根据正交试验所得到的结果进行了极差分析和方差分析, 所得到的分析结果如表 3、4 所示。

表 3 $L_9(3^4)$ 试验结果及分析表
Table 3 Results and analysis of $L_9(3^4)$ design

试验号	因素				y_i
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	13.7
2	1	2	2	2	16.8
3	1	3	3	3	19.4
4	2	1	2	3	18.7
5	2	2	3	1	19.9
6	2	3	1	2	20.1
7	3	1	3	2	20.9
8	3	2	1	3	21.7
9	3	3	2	1	22.3
\bar{y}_1	16.633	17.767	18.500	18.633	
\bar{y}_2	19.567	19.467	19.267	19.267	
\bar{y}_3	21.633	20.600	20.067	19.933	
R	5.000	2.833	1.567	1.300	
优水平	A ₃	B ₃	C ₃		
主次因素	A>B>C				
最优组合	A ₃ B ₃ C ₃				

由级差分析可知, 各因素对试验结果影响的主次顺序为: A(脉冲数) > B(场强) > C(助剂浓度)。利用高压脉冲电场提取蛋黄卵磷脂的最优工艺参数为: 脉冲数 35 个, 电场强度 30kV、助剂浓度 18ml/g。

表 4 方差分析表
Table 4 Variance analysis

方差来源	偏差平方和	自由度	F 比	α
A	$S_A=37.876$	2	10.287	0.10
B	$S_B=12.202$	2	3.314	0.25
C	$S_C=3.682$	2	1.000	—
D	$S_D=2.536$	2	0.689	—
误差	$S_e=3.68$	2	$F_{0.25}(2,2)=3$ $F_{0.10}(2,2)=9$	

由方差分析可知, 通过计算得出各因素和交互作用的 F 比, 查表可知各因素的显著性水平, 由于通常把 $\alpha \leq 0.1$ 的因素称为显著因素, 所以本试验中的显著因素为脉冲数和电场强度。

由于所得到的最优参数组合不在正交试验设计的 9 组, 因此又进行了验证实验, 所得到的实验结果如表 5 所示。利用最优参数所提取的卵磷脂的提取率达到 90%, 优于常规溶剂提取法。

表 5 验证实验
Table 5 Verification experiment

验证实验	1	2	3	平均值
丙酮不溶物比率(%)	22.9	23.1	23.4	23.1

3 结 论

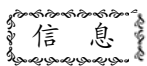
3.1 简要介绍了自制高压脉冲电场处理装置的系统设计方法。

3.2 在单因素试验的基础上进行了正交试验优化, 得到了利用高压脉冲电场提取蛋黄卵磷脂的最优工艺参数为脉冲数 35 个, 电场强度 30kV, 助剂浓度 18ml/g。丙酮不溶物比率为 23.1%。

3.3 高压脉冲电场作为一种新型的提取技术, 具有高效、快速、安全和不加热等优点, 将其应用于提取卵磷脂提取率可达 90%, 优于常规溶剂提取法。

参考文献:

- [1] 殷涌光, 刘静波, 林松毅. 食品无菌加工技术与设备[M]. 化学工业出版社, 2006(1): 118.
- [2] HO S, MITTAL G S. High voltage pulsed electrical field for liquid food pasteurization[J]. Food Rev Int, 2000, 16(4): 395-434.
- [3] 赵武奇, 殷涌光, 关伟, 等. 高压脉冲电场杀菌系统设计与试验[J]. 农业机械学报, 2002, 33(3): 67-69.
- [4] 田红云, 孙繁东, 祖国仁. 高压脉冲电场杀菌技术的研究与展望[J]. 饮料工业, 2004, 7(4): 1-5.
- [5] 廖小军, 钟葵, 王黎明, 等. 高压脉冲电场对橙汁大肠杆菌和理化性质的影响效果[J]. 食品科学, 2004, 23(6): 59-61.



日研究人员发现心脏搏动所必需蛋白质

日本一个研究小组最近发现了一种心脏正常搏动所必需的蛋白质, 人体内缺乏这种蛋白质可引发心力衰竭。

日本媒体报道, 日本国立循环器官疾病研究中心和大阪大学的研究人员在征得 12 名严重心力衰竭患者的同意后, 获取了他们的部分心肌组织进行研究。他们从中发现了一种作用于肌球蛋白并使心肌收缩的蛋白质, 研究人员将其命名为“心脏特异性肌球蛋白激酶”。

研究人员利用基因技术培育出心肌内“心脏特异性肌球蛋白激酶”不足的热带鱼, 发现这些热带鱼的心肌细胞排列混乱, 心脏扩大, 搏动呈现异常, 这都是心力衰竭的症状。

此外, 研究人员用大白鼠进行的实验也显示, “心脏特异性肌球蛋白激酶”是心脏正常收缩所不可缺少的。